



Прийнято 14.04.2025. Прорецензовано 02.05.2025. Опубліковано 20.06.2025.

УДК 622.24.053.6

DOI: 10.31471/1993-9868-2025-1(43)-109-116

ОСНОВНІ ДЕФЕКТИ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Мартинюк Р. Т.*

Кандидат технічних наук, доцент

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019, Україна

<https://orcid.org/0009-0000-0309-6587>

e-mail: rostyslav.martyniuk@nung.edu.ua

Анотація. На сьогодні питання спорудження та реконструкції існуючих трубопровідних мереж України безпосередньо пов'язані з удосконаленням методів їх зварювання. Тому проблема якості зварювання та недопущення дефектів зварного з'єднання має велике значення. Метою роботи є визначення причин виникнення дефектів у зварному з'єднанні, які суттєво впливають на його міцність та можуть спричинити передчасне руйнування конструкцій. Властивості матеріалів визначають схильність зварного з'єднання до утворення тріщин, а його конструкція впливає на вид і навантажувальність такого з'єднання, схильність до утворення і розвитку тріщин, концентраторів напружень та залишкових напружень. Під час проведення зварювальних робіт можуть бути допущені різні дефекти зварювальних швів. Тому необхідно бути уважним, і виправляти їх вчасно. Деякі з них не зашкодять, а інші можуть зробити конструкцію або виріб з металу та його сполуки неміцними, і привести до поломок або аварій. Дефекти зварних з'єднань – будь-які відхилення від заданих нормативними документами параметрів з'єднань при зварюванні, що утворилися внаслідок порушення вимог до зварювальних матеріалів, підготовки, складання і зварювання деталей, термічної та механічної обробки зварних з'єднань й конструкції загалом. Будь-який різновид дефектів зварювальних швів збільшує ризик виникнення поломки. Основні причини утворення дефектів – порушення технології обробки, неправильна підготовка крайків, наявність у зварюваному металі розшарувань, тріщин, погана зварюваність основного металу, невідповідність хімічного складу і властивостей присаджувального матеріалу, порушення режимів зварювання, неправильне використання оснастки, низька кваліфікація зварювальника. Дефекти, що виникають в результаті зварювання, можуть призвести до серйозних аварій та структурних пошкоджень. Від якості зварного шва, без перебільшення, у майбутньому може залежати чиєсь життя, тому важливо уникати виробничого браку та розуміти механізми, які здатні його спричинити.

Ключові слова: дефект; зварне з'єднання; зварювальник; режими зварювання; розшарування металу; нормативні документи.

Вступ

Дефект – це кожна окрема невідповідність продукції, вимогам нормальної документації у зварному виробництві. Їх поділяють на дефекти підготовки складання і зварювальні дефекти. Найхарактернішими дефектами при підготовці та складанні зварних виробів є: неправильний кут зрізу кромки у швах; дуже велике чи мале притуплення по довжині кромки, що стикаються; нерівномірний зазор між кромками;

неспівпадіння площин кромки, які стикаються; розшарування і забруднення на кромках тощо [8].

Уникнути появи дефектів зварного шва допомагає ретельна підготовка, дотримання технології та професійний рівень зварювальника [1]. Однак, слід зазначити, використання якісного зварювального обладнання, що забезпечує стабільність струму та точність налаштування параметрів, дуже важливе для отримання

Запропоноване посилання: Мартинюк, Р. Т. (2025). Основні дефекти зварних з'єднань. Нафтогазова енергетика, 1(43), 109-116. doi: 10.31471/1993-9868-2025-1(43)-109-116.

* Відповідальний автор



Copyright © The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

мання якісного зварного шва. Стабільний зварювальний струм сприяє однорідному розподілу тепла, що гарантує міцність зварних з'єднань.

Крім того, точність налаштування дозволяє ефективно адаптувати процес до різних матеріалів та умов, значно знижуючи ризик виникнення дефектів, таких як пористість, непровар, пропалення та тріщини.

До дефектів зварювання прийнято відносити тріщини, непровари, пористість та шлакові включення. Міжнародний стандарт ISO 6520-1, що класифікує та описує дефекти зварювання, визначає його як «несуцільність зварного шва або відхилення від передбачуваної геометрії зварного шва» [4]. Причинами дефектів можуть бути: несправності пристосувань для збирання труб, неякісні вихідні матеріали, помилка в збиранні зварного з'єднання, а також низька кваліфікація зварювальника.

Дефекти зварних з'єднань бувають зовнішніми і внутрішніми. До зовнішніх дефектів при дуговому і газовому зварюванні належать: нерівномірність поперечного перерізу по довжині швів, незаплавлені кратери, подрізи основного металу, зовнішні тріщини, відкриті пори тощо. Внутрішні дефекти: непроварення кромки або несплавлення окремих шарів при багатошаровому зварюванні, внутрішні пори і тріщини, шлакові включення тощо.

Контактне точкове і шовне зварювання може дати великі вм'ятини в основному металі, які ослаблюють місця зварювання, пропалини і виплески металу, а всередині зварних з'єднань – тріщини, пори та інші дефекти.

Дефекти в зварних з'єднаннях утворюються з різних причин. При дуговому і газовому зварюванні переріз швів буде нерівномірним, якщо порушено режим зварювання або через низьку кваліфікацію зварювальника. Причинами подрізів здебільшого є великі сила струму і потужність зварювального пальника.

Основна причина утворення пор у зварних швах – насиченість їх воднем, азотом та іншими газами, що потрапляють у шов при зварюванні електродами зі зволоженим покриттям, або за наявності оксидів чи інших забруднень на кромках зварюваного металу [2].

Тріщини є найбільш небезпечними дефектами зварних з'єднань. Тріщини утворюються найчастіше під час зварювання сталей із підвищеним вмістом вуглецю або легуючих домішок та коли метал шва насичений сіркою, фосфором або іншими шкідливими елементами. Причинами непроварів можуть бути мала сила струму або недостатня потужність паль-

ника, погане зачищення кромки основного металу або шарів при багатошаровому зварюванні, низька кваліфікація зварювальника, неправильна технологія складання і зварювання деталей.

У статті охарактеризовано типи та види дефектів у зварних з'єднань, подаються причини їх виявлення та методи з недопущення їх утворенню.

Аналіз сучасних закордонних і вітчизняних досліджень та публікацій

Проведені наукові дослідження проблем механізації зварювальних робіт показали, що основними перешкодами для розширення його впровадження механізованого зварювання є дефекти зварних з'єднань, виконаних в стельовому положенні, при замиканні швів та заповненні розробки кромки, западанні валиків швів під час виконання облицювальних проходів і підвищене розбризкування електродного металу [9]. Тому для забезпечення високої якості зварних з'єднань процеси механізованого зварювання потребують подальшого розвитку та вдосконалення [5].

За даними Американського товариства інженерів-механіків (ASME) причини дефектів зварювання розподіляються так: 45 % – невірний вибір технології зварювання, 32 % – помилки зварювальника, 12 % – збої у роботі зварного обладнання, 10 % – неправильно підібрані зварювальні матеріали [2].

Класифікація дефектів викладена у ДСТУ EN ISO 6520-1:2015, що відповідає стандарту ISO 6520 [6].

Дефекти зварних з'єднань поділяють на шість класів.

1. Тріщини (код дефекту за ДСТУ EN ISO 6520-1:2015 – 100, код дефекту за класифікацією Міжнародного інституту зварювання – E) – порушення суцільності, викликане місцевим розривом шва, що може виникнути в результаті охолодження або впливу навантажень.

2. Пори (код дефекту за ДСТУ EN ISO 6520-1:2015 – 200, A) – порушення суцільності довільної форми, утворене газами, що затримались у розплавленому металі, яка не має кутів.

3. Тверді включення (код дефекту за ДСТУ EN ISO 6520-1:2015 ДСТУ EN ISO 6520-1:2015 – 300) – тверді сторонні металеві чи неметалеві речовини у металі зварного шва. Включення, які мають хоча б один гострий кут, називаються гострокутними.

4. Несплавлення (401) та непровар (код дефекту за ДСТУ EN ISO 6520-1:2015 – 402) –

відсутність з'єднання між металом зварного шва і основним металом або між окремими валиками зварного шва.

5. Порушення форми шва (код дефекту за ДСТУ EN ISO 6520-1:2015 – 500) – відхилення форми зовнішніх поверхонь зварного шва або геометрії з'єднання від усталеного значення.

6. Інші дефекти.

Висвітлення невирішених раніше частин загальної проблеми

Нероз'ємні з'єднання характеризуються тим, що їх не можна розібрати без пошкодження з'єднувальних елементів. До таких з'єднань належать в тому числі і зварні з'єднання.

Дефект зварного з'єднання – невідповідність вимогам, встановлених нормативною документацією. Дефекти в зварних з'єднаннях за причинами виникнення можна розділити на дві групи: металургійні та технологічні. Металургійні дефекти виникають при кристалізації металу після його виплавлення на металургійних підприємствах та подальшому їх обробленні тиском.

До технологічних дефектів відносять дефекти, отримані при механічній і термічній обробці матеріалів, а також формоутворенні заготовок методами гнуття, штампування тощо. До технологічних дефектів також відносять і зварювальні дефекти, які поділяють на дефекти підготовки, складання і самого процесу зварювання [5, 6].

Дефекти можуть розташовуватися у різних зонах зварного з'єднання, зокрема в шві по межі сплавлення або в біляшовній зоні. Класифікація дефектів дозволяє оптимізувати вибір методів неруйнівного контролю. При оцінюванні якості продукції за її дефектністю необхідно нормувати характеристики допустимих дефектів.

Загалом, під зварювальними дефектами слід розуміти ті припустимі, а також неприпустимі дефекти і вади зварного з'єднання, які можуть виникнути в металі шва, зони сплавлення і зоні термічного впливу під час проведення технологічного процесу зварювання. Зварювальні дефекти класифікують за багатьма ознаками, наприклад, за місцем розташування (поверхневі, внутрішні), розміром (дрібні, середні, великі), масовістю (поодинокі, ланцюжки, скупчення), формою (довгі, короткі, площинні, об'ємні, гострокутні, округлі).

Мета та завдання досліджень

Експлуатаційну надійність і економічність здебільшого визначає якість зварних з'єднань.

Наявність у них дефектів може призвести до зниження задалегідь спроектованих і ретельно вивірених технічних і міцнісних характеристик [3].

Мета роботи – провести детальний аналіз та установити фактори, котрі впливають на виникнення дефектів у зварному з'єднанні та обрати методи їх класифікації, визначити об'єктивні і суб'єктивні причини виникнення зварних дефектів, провести оцінку роботи трубопроводу з дефектами зварних з'єднань, та вказати методи їх усунення.

Найчастіше дефекти поділяють на шість основних класів – це тріщини, пори, тверді включення, несплавлення і непровари, порушення форми і розмірів шва, інші дефекти.

Для кожного класу і виду зварювання притаманні свої типи дефектів. Ми розглянемо деякі з них, спираючись на ГОСТ 30242-97 «Дефекти з'єднань при зварюванні плавленням. Класифікація, позначення та визначення».

Міжнародний стандарт ISO 6520-1, що класифікує та описує дефекти зварювання, визначає його як «несуцільність зварного шва або відхилення від передбачуваної геометрії зварного шва» [6].

Висвітлення основного матеріалу дослідження

У сучасній техніці широко застосовуються з'єднання деталей, виконані за допомогою зварювання. Зварювання успішно замінює поковки, відливки, клепані з'єднання, спрощуючи технологічний процес, знижуючи трудомісткість і зменшуючи масу виробу.

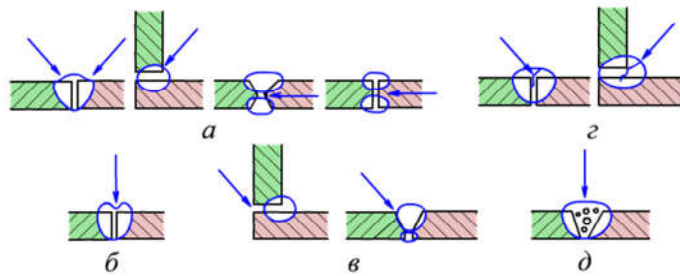
Переваги методу зварювання [10]:

- зварювання забезпечує кращу герметичність при з'єднанні трубопроводів;
- знижує матеріальні витрати при аваріях, тому що зварювання – найнадійніший метод з'єднання металевих конструкцій;
- органічно виглядає в складі збірних металевих виробів, оскільки якісно виконаний зварений шов завжди акуратний.

Але зварні шви не завжди бувають виконані якісно. Професійно виконаний шов при контролі ніколи не викличе питань, на відміну від звисаючих напливів або непроварених ділянок шва.

Важливо і те, в якому стані знаходиться метал всередині. Від цього залежить міцність зварного з'єднання та інші характеристики.

У процесі створення зварного з'єднання в металі шва і зоні термічного впливу можуть виникати дефекти, тобто відхилення від усталених норм і вимог, які призводять до зни-



а) – підрізи; б) – пропал; в) – непровари; г) – тріщини; д) – газові пори
Рисунок 1 – Види дефектів у зварних з'єднаннях

ження міцності, експлуатаційної надійності, точності, а також погіршення зовнішнього вигляду виробу. Дефекти зварних з'єднань розрізняють за причинами виникнення і місцем їх розташування (зовнішні і внутрішні).

Залежно від причин виникнення їх можна поділити на дві групи. До першої групи належать дефекти, пов'язані з металургійними і тепловими явищами, які відбуваються у процесі створення, формування і кристалізації зварної ванни і остигання зварного з'єднання, це – гарячі і холодні тріщини в металі шва і пришовній зоні, пори, шлакові включення, несприятливі зміни властивостей металу шва і зони термічного впливу.

До другої групи дефектів, які називають дефектами формування швів, належать дефекти, походження яких пов'язано з порушенням режиму зварювання, неправильною підготовкою і складанням елементів конструкції під зварювання, несправністю обладнання, недбалістю і низькою кваліфікацією зварювальника й іншими порушеннями технологічного процесу. До дефектів цієї групи належать невідповідність швів розрахунковим розмірам, непровари, підрізи, пропали, напливи, незаварені кратери тощо (рис. 1).

Дефекти можуть бути зовнішніми і внутрішніми. До зовнішніх належать дефекти, які можуть бути виявлені зовнішнім оглядом (дефекти формування шва, тріщини і пори, які виходять на поверхню тощо). Для виявлення внутрішніх дефектів потрібні спеціальні методи неруйнівного й руйнівного контролю.

Дефекти чинять значний вплив на міцність зварних з'єднань і нерідко є причиною передчасного руйнування зварних конструкцій. Особливо небезпечні тріщиноподібні дефекти (тріщини, непровари), які різко знижують міцність, особливо при циклічних навантаженнях.

Дефекти форми зварного шва. Відхилення розмірів і форми зварного шва від проектних найчастіше спостерігаються в кутових швах і

пов'язані з порушенням режимів зварювання, неправильною підготовкою кромки під зварювання, нерівномірною швидкістю зварювання, а також із несвоєчасним контрольним обміром шва [1].

Непроваром називають місцеву відсутність сплавлення між зварюваними елементами, між металом шва й основним металом або окремими шарами шва при багатшаровому зварюванні.

Непровар зменшує переріз шва і викликає концентрацію напружень, тому може значно знизити міцність конструкції. Ділянки шва, де виявлені непровари, величина яких перевищує допустиму, підлягають видаленню і подальшому заварюванню. Непровар у корені шва зазвичай викликається недостатньою силою струму або підвищеною швидкістю зварювання, непровар кромки (несплавлення з кромками) – зсувом електрода з осі стику, а також руханням дуги, непровар між шарами – поганим очищенням попередніх шарів, великим об'ємом нагрітого металу, натіканням розплавленого металу перед дугою (рис. 2).

Підрізом називають місцеве зменшення товщини основного металу на межі шва. Підріз призводить до зменшення перерізу металу і різкої концентрації напружень у тих випадках, коли він розташований перпендикулярно до діючих робочих напружень (рис. 3).

Напливом називають натікання металу шва на поверхню основного металу без сплавлення з ним (рис. 4).

Пропалом називають порожнину у шві, яка створилася в результаті витікання зварної ванни. Пропал є недопустимим дефектом зварного з'єднання.

Кратером називають незаварене заглиблення, яке створюється після обриву дуги в кінці шва. У кратері, як правило, створюються усадні пухлості, що часто переходять у тріщини (рис. 5).

Газові пори створюються у шві внаслідок перенасичення розплавленого металу зварної

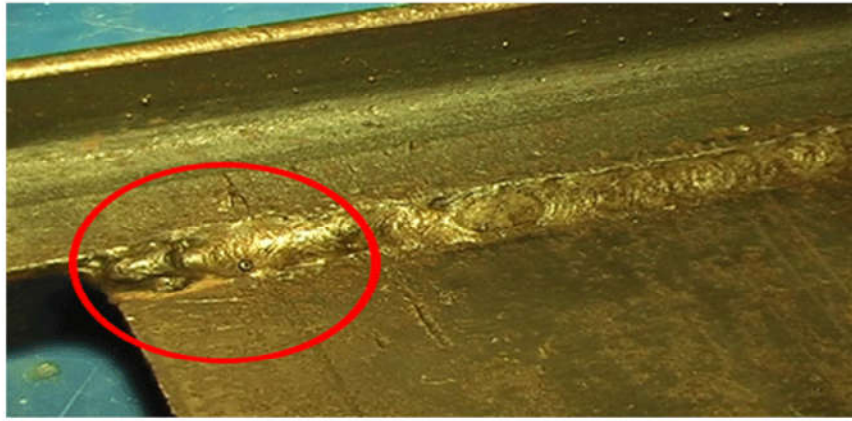


Рисунок 2 – Дефект зварного шва (непровар)



Рисунок 3 – Дефект зварного шва (підріз)



Рисунок 4 – Дефект зварного шва (наплив)

ванні газами. Пори можуть бути внутрішніми, які не виходять на поверхню зварного шва, і зовнішніми, які виходять на поверхню шва. Вони можуть бути поодинокими, груповими або розташовуватися ланцюжком.

Підрізи, натікання, напливи, пропали, незаварені кратери, які залишилися після зварювання, шлак і бризки, оплавлення кромки (у кутових швах) є наслідком прикладання надмірних сил струму і напруги на дузі, спричиня-



Рисунок 5 – Дефект зварного шва (кратер)

ються застосуванням електрода з надмірним діаметром чи неправильними маніпуляціями ним, поганим складанням під зварювання, низькою кваліфікацією або недбалістю зварювальника.

Класифікація видів контролю зварних з'єднань. Зварні з'єднання вважають якісними, якщо вони не мають недопустимих дефектів, і їх властивості задовольняють вимогам до умов експлуатації зварного вузла або конструкції.

Якість зварних з'єднань перевіряють такими видами контролю [8]:

- попереднім, під час якого виконують перевірку якості вихідних матеріалів (зварюваного металу і зварних матеріалів), контроль підготовки деталей під зварювання і складання вузлів, а також стану оснащення, зварного обладнання і пристроїв, кваліфікації складальників і зварювальників;

- поточним у процесі виконання зварних робіт, що передбачає перевірку дотримання технології зварювання – режимів, зачищення проміжних швів, заварювання кратерів тощо;

- остаточним контролем готових зварних конструкцій, який проводиться відповідно до вимог, що висуваються до виробів.

На стадії попереднього контролю виконують випробування на зварюваність, у тому числі механічні випробування, металографічні дослідження зварних з'єднань і випробування на опір створенню гарячих і холодних тріщин.

Під час виконання зварних робіт застосовують різні способи контролю зварних матеріалів і зварних з'єднань. Ці способи поділяються на дві групи:

- руйнівні (коли зварне з'єднання доводиться руйнувати);
- неруйнівні (коли зварне з'єднання не виходить з ладу).

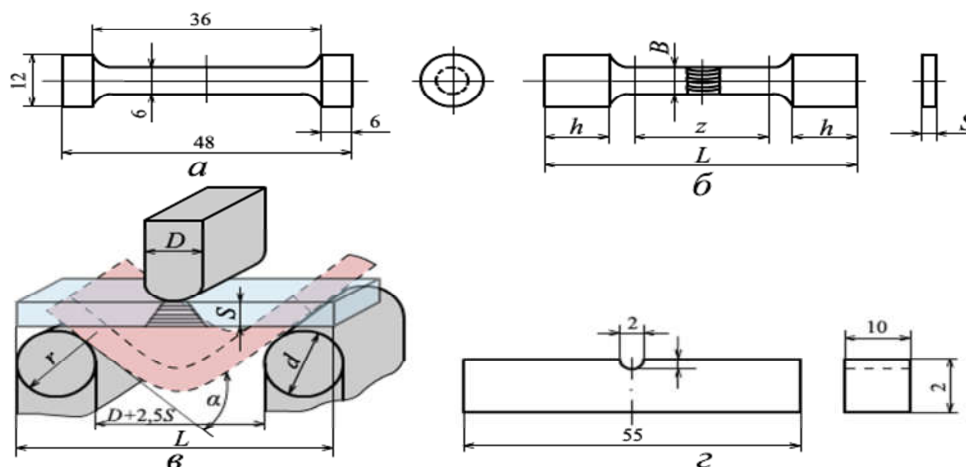
На практиці переважно намагаються застосувати неруйнівні способи контролю, однак деяку частину зварних з'єднань доцільно піддавати руйнуванню для отримання надійнішої й достовірної інформації про властивості виконаних з'єднань.

Зовнішній огляд і замір розмірів швів. Цей вид контролю є необхідним і найпоширенішим при зварюванні. Зовнішній огляд може бути виконаний неозброєним оком і за допомогою збільшувального скла. Перед зовнішнім оглядом зварні шви мають бути ретельно очищені від шлаку, а якщо необхідно, то і протравлені. Оглядати деталі слід як після прихоплення, так і після накладання кожного валика. Розміри швів заміряють спеціальними шаблонами і вимірювальними пристроями безпосередньо після зварювання. Оглядати необхідно всі без винятку зварні з'єднання. Зовнішній огляд і вимірювання зварних з'єднань здійснюють за умов достатнього освітлення об'єкта контролю [4].

Для перевірки механічних властивостей із наплавленого або основного металу виготовляють круглий зразок (рис. 6, а), який випробовують на статичний (короткочасний) розтяг на розривній машині. Одночасно визначають відносне подовження (у відсотках від початкової довжини зразка).

Аналогічно проводять механічні випробування властивостей зварного з'єднання з пробної пластини або труби на плоскому зразку.

Пластичність металу шва визначається випробуванням зварного з'єднання на статичний згин (загин) на розривних машинах або під спеціальним пресом (рис. 6, в). Чим більший кут загину, тим вища пластичність. Максимальний кут загину, що дорівнює 180° , характеризує добру пластичність металу. Зразок загинається до створення тріщини.



а), б) – на розтяг наплавленого металу (а) і зварного з'єднання (б);
в) – на згин; г) – на ударну в'язкість

Рисунок 6 – Зразки для визначення механічних властивостей

Випробування зварного з'єднання на ударний розрив (ударну в'язкість) проводять на спеціальних машинах (маятникових копрах). Для цього виготовляються спеціальні квадратні зразки з надрізом з боку розкриття шва (рис. 6, г).

Зварне з'єднання випробовують на твердість зазвичай на загартованих сталях.

Висновок

Подальший розвиток трубопровідного транспорту забезпечуватиметься спорудженням магістралей нового покоління з високим рівнем безпеки, надійності і ефективності за рахунок високої якості зварних швів, вдосконалення зварювальних технологій. Крім того, зварювання відноситься до числа основних процесів більшості машинобудівних виробництв, часто застосовується в побуті, оскільки має

переваги перед іншими способами з'єднання.

Збільшення експлуатаційного ресурсу трубопроводів безпосередньо пов'язане з подальшим підвищенням якості зварних з'єднань. Зварювання трубопроводів є одним з основних етапів при спорудженні та ремонті трубопроводів. Широкі можливості та високі перспективи зварювання на даному етапі розвитку науки і техніки є запорукою прогресу в різних галузях науки та техніки і відповідно у нафтогазовому комплексі.

Подяки

Відсутні.

Конфлікт інтересів

Відсутній.

Список використаних джерел

1. Биковський О. Г. Довідник зварювальника. К. : Техніка, 2002. 336 с.
2. Палаш В. М. Металознавчі аспекти зварності залізовуглецевих сплавів: навч. посіб. Львів: КІНПАТРИ ЛТД, 2003. 236 с. ISBN 966-95090-5-X.
3. Роянов В. О., Зусін В. Я., Самотугін С. С. Дефекти та якість при зварюванні і споріднених процесах: підруч. для студ. зварюв. та машинобуд. напрямків вищ. навч. закл. Приазов. держ. техн. ун-т. Маріуполь: Рената, 2010. 226 с. 300 прим. ISBN 978-966-7329-91-4.
4. Білик О.Г., Єфременко Б.В. Структурні макроаномалії покриття, наплавленого порошковою стрічкою ПЛ АН-111. *Вісник Приазовського державного технічного університету*. 2017. Вип. 35. С. 50-57. (НБД Index Copernicus).
5. Панчук М. В., Шлапак Л. С., Матвієнкі О. М., Козак О. Л. Сучасні технології зварювання магістральних нафтогазопроводів. *Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*. 2011. № 3. С. 24-29.
6. Квасницький В.В. Спеціальні способи зварювання: навч. посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2003. 437 с.
7. Патент України № 38957. Спосіб визначення розкриття вершини тріщини / П. В. Ясній, П. О. Марущак, Ю. І. Пиндус та ін. Опубл. 26.01.2009; Бюл. № 1.
8. Сусліков Л.М., Студеняк І.П. Неруйнівні методи контролю: Навчальний посібник. Ужгород: Видавництво УжНУ, 2016. 192 с.

9. Биковський О.І., Шнєковський І.В. Довідник зварювальника. Київ: Техніка, 2002. 236 с.
10. Савуляк В.І., Осадчук А.Ю. Ручне електродутове зварювання: Навчальний посібник. Вінниця, ВНТУ, 2004. 130 с.

References

1. Bykovskiy O. H. Dovidnyk zvariuvannya. K. : Tekhnika, 2002. 336 p. [in Ukrainian]
2. Palash V. M. Metaloznavchi aspekty zvarnosti zalizovuhletsevykh splaviv: navch. posib. Lviv: KINPATRI LTD, 2003. 236 p. – ISBN 966-95090-5-X. [in Ukrainian]
3. Roianov V. O., Zusin V. Ya., Samotuhin S. S. Defekty ta yakist pry zvariuvanni i sporidnennykh protsesakh: pidruch. dlia stud. zvariuv. ta mashynobud. napriamkiv vyshch. navch. zakl. Pryazov. derzh. tekhn. un-t. Mariupol: Renata, 2010. 226 p. ISBN 978-966-7329-91-4. [in Ukrainian]
4. Bilyk O.H., Yefremenko B.V. Strukturni makroanomalii pokryttia, naplavlennoho poroshkovoiu strichkoiu PL AN-111. *Visnyk Pryazovskoho derzhavnogo tekhnichnoho universytetu*. 2017. Vol. 35. P. 50-57. (NBD Index Copernicus). [in Ukrainian]
5. Panchuk M. V., Shlapak L. C., Matviienkiv O. M., Kozak O. L. Suchasni tekhnolohii zvariuvannia mahistralnykh naftohazoprovodiv. *Naukovyi visnyk Ivano-Frankivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu nafty i hazu*. 2011. No 3. P. 24-29. [in Ukrainian]
6. Kvasnytskyi V.V. Spetsialni sposoby zvariuvannia: navch. Posibnyk. Mykolaiv: UDMTU, 2003. [in Ukrainian]
7. Patent Ukrainy № 38957. Sposib vyznachennia rozkryttia vershyny trishchyny / P. V. Yasnii, P. O. Marushchak, Yu. I. Pynduc ta in. Opubl. 26.01.2009; Biul. № 1. [in Ukrainian]
8. Suslikov L.M., Studeniak I.P. Neruinivni metody kontroliu: Navchalnyi posibnyk. Uzhhorod: Vydavnytstvo UzhNU, 2016. 192 p. [in Ukrainian]
9. Bykovskiy O.I., Shnkovskyi I.B. Dovidnyk zvariuvannya. Kyiv: Tekhnika, 2002. 236 p. [in Ukrainian]
10. Savuliak B.I., Osadchuk A.Iu. Ruchne elektrodutove zvariuvannia: Navchalnyi posibnyk. Vinnytsia, VNTU, 2004. 130 p. [in Ukrainian]

MAIN DEFECTS OF WELDED JOINTS

Martyniuk R. T.

Candidate of Technical Sciences, associate professor
Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas
15, Karpatska Str., Ivano-Frankivsk, 76019, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0000-0309-6587>
e-mail: rostyslav.martyniuk@nung.edu.ua

Abstract. The construction and reconstruction of existing pipeline networks in Ukraine today is directly related to improving welding methods. Therefore, ensuring welding quality and preventing weld defects is paramount. Therefore, ensuring welding quality and preventing weld defects is of great importance. This study aims to identify the causes of defects in welded joints, as these significantly impact the strength of welded joints and can lead to the premature failure of structures. Materials' susceptibility to cracking is determined by their properties, and the design of the joint affects its type and load capacity, as well as its susceptibility to the formation and development of cracks, stress concentrators and residual stresses. Various defects in welds may occur during welding work. Therefore, it is necessary to be careful and correct them in a timely manner. Some defects will not affect the integrity of the work, while others can weaken the structure or product and lead to breakdowns or accidents. Welded joint defects are deviations from the specified joint parameters during welding. These deviations result from violations of the requirements for welding materials, preparation, assembly, and welding of parts; thermal and mechanical treatment of welded joints; and the structure as a whole. Any type of weld defect increases the risk of failure. The main causes of defects are violations of processing technology, improper preparation of edges, the presence of delaminations, cracks in the welded metal, poor weldability of the base metal, mismatch of the chemical composition and properties of the filler material, violation of welding modes, improper use of equipment, low qualification of the welder. Defects arising as a result of welding can lead to serious accidents and structural damage. Without exaggeration, someone's life may depend on the quality of the weld in the future, so it is important to avoid production defects and understand the mechanisms that can cause them.

Keywords: defect; welded joint; welder; welding modes; metal delamination; regulatory documents.